

Ağartma Materyallerinin Çeşitli Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğüne ve Yüzey Sertliğine Etkilerinin İn Vitro Olarak İncelenmesi

In Vitro Evaluation of the Effects of Bleaching Materials on Surface Roughness and Surface Hardness of Various Restorative Materials

^{ID} Funda SERİNSÖZ^a, ^{ID} Ertan ERTAŞ^b, ^{ID} Eda GÜLER^b

^aSerbest Diş Hekimi, Samsun, TÜRKİYE

^bOndokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi ABD, Samsun, TÜRKİYE

ÖZET Amaç: Bu çalışmanın amacı; ofis ve ev tipi ağartma materyallerinin, klinikte sıklıkla kullanılan yedi farklı restoratif materyalin yüzey pürüzlülüğü ve yüzey sertliği üzerine etkilerini in vitro olarak incelemektir. **Gereç ve Yöntemler:** Ofis tipi (Opalescence Boost PF %40) ve Ev tipi (Opalescence PF % 16) ağartma materyalleri; disk şeklinde (2x10 mm) hazırlanmış, A2 renginde mikrohibrit (Gradia Direct Anterior), nanohibrit (Clearfil Majesty Esthetic), mikrofil (Renamel) ve nanoseramik içeren (Ceram-X-One Universal) kompozit rezin, kompomere (Dyract XP), rezin modifiye cam iyonomer siman (Fuji II LC) ve geleneksel cam iyonomer siman (Fuji IX) yüzeyine üretici firma talimatları doğrultusunda uygulanmıştır. Ağartma uygulanmayan kontrol grubu dahil 3 uygulama grubu ve 7 restoratif materyal grubu ile toplam 21 adet grup (n=10) oluşturulmuştur. Kontrol grubu yapay tükürük içerisinde bekletilmiştir. Örneklerin yüzey pürüzlülüğü Profilometre cihazı (Perthometer M2, Mahr, Almanya) ve yüzey sertliği de Knoop mikrosertlik cihazı ile ölçülmüştür. Yüzey özellikleri SEM analizi ile kalitatif olarak incelenmiştir. Verilerin istatistiksel analizi iki yönlü ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır. **Bulgular:** Ev tipi ağartma, yüzey pürüzlülüğünü Fuji II LC grubunda anlamlı derecede artırırken, Fuji IX grubunda anlamlı derecede azaltmıştır (p<0,001). Her iki ağartma yöntemi diğer restoratif materyal gruplarında anlamlı bir değişikliğe neden olmamıştır (p>0,05). Test grupları arasında yüzey sertliği bakımından anlamlı derecede fark bulunmuştur (p<0,001) fakat ağartma uygulamaları yüzey sertliğini anlamlı derecede değiştirmemiştir (p>0,05). **Sonuç:** Yüzey pürüzlülüğünde sonuçlar restoratif materyalin yapısına, ağartma materyaline, uygulama süresine bağlı olarak değişmektedir. Yüzey sertliği ise ağartma materyallerinden etkilenmemiştir.

ABSTRACT Objective: The aim of this in vitro study was to evaluate the effects of office and home bleaching materials on the surface roughness and surface hardness of seven different restorative materials which are commonly used in the dental clinics. **Material and Methods:** Office type (Opalescence Boost PF 40%) and Home type (Opalescence PF 16%) bleaching materials applied on disc (2x10 mm) in A2 color microhybrid (Gradia Direct Anterior), nano hybrid (Clearfil Majesty Estetic), microfil (Renamel) and nanoceramic based (Ceram-X-One Universal) composite resin, compomer (Dyract XP), resin modified glass ionomer cement (Fuji II LC) and conventional glass ionomer cement (Fuji IX). A total of 21 groups (n=10) were formed with 3 treatment groups including non-bleaching control groups and 7 restorative material groups. The surface roughness were calculated by a profilometer and surface hardness calculated by a Knoop microhardness device and analyzed by SEM. Statistical analysis was performed by two-way ANOVA and Tukey multiple comparison test. **Results:** Home bleaching caused a significant increase in surface roughness in the Fuji II LC group and a significant decrease in the Fuji IX group (p<0.001). Both bleaching methods did not cause a significant change in other restorative material groups (p>0.05). A significant difference in surface hardness was found between the test groups (p<0.001) but the bleaching did not change the surface hardness significantly (p>0.05). **Conclusion:** Surface roughness is depending on the restorative and bleaching material. Hardness is not affected by bleaching materials.

Anahtar Kelimeler: Ağartma; yüzey pürüzlülüğü; yüzey sertliği

Keywords: Bleaching; surface roughness; surface hardness

Correspondence: Eda GÜLER

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi ABD, Samsun, TÜRKİYE/TURKEY

E-mail: edaguler@omu.edu.tr



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences.

Received: 23 Apr 2020

Received in revised form: 22 May 2020

Accepted: 24 May 2020

Available online: 02 Jun 2020

2146-8966 / Copyright © 2021 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Ağartma tedavisi, Hidrojen peroksit (H_2O_2) ve Karbamiit peroksit ($CH_6N_2O_3$) bileşiklerinin diş dokusuna penetre olarak serbest radikaller, reaktif oksijen molekülleri ve hidrojen peroksit anyonu üretmesiyle gerçekleşmektedir.¹ Oluşan serbest radikaller diş yapısındaki renk pigmentlerine (kromoforlara) saldırarak, çift bağ yapılarını bozarak renkte açılma yapmaktadırlar.²

Hidrojen peroksit ve karbamiit peroksit içerikli ağartma materyallerinin, uygulanan dişteki restoratif materyaller üzerinde aşınma ve bozulma yaptığı iddia edilmiştir.³ Ağartma materyalleri, restoratif materyal yüzeyine uygulandığında, oluşan kimyasal reaksiyonun hidrolitik bozunmayı hızlandırarak ve rezin matristeki polimer zincirlerde ayrılmayı uyararak yüzey özelliklerini değiştirdiği bildirilmiştir.⁴ Bu değişimin derecesinin, ağartma materyalinin yanı sıra restoratif materyalin yapısındaki inorganik doldurucu oranına, form ve dağılımına, organik yapıdaki monomerin cinsine bağlı olduğu ve farklı materyallerin ağartma materyallerine farklı cevaplar vereceği düşünülmektedir.^{4,5}

Restoratif materyallerin yapısal özelliklerinin, ağartma materyallerinden ne kadar ve ne yönde etkileeneceğinin bilinmesi, restorasyonun ömrü ve dişlerin sağlığı için önemlidir. Yüzey pürüzlülüğü ve yüzey sertliği, kabul edilebilir bir restorasyon için değerlendirilmesi gereken önemli özelliklerdir. Yüzey sertliği, aşınma ve çizilmeye karşı direnci artırdığı gibi materyalin ağız içerisinde maruz kaldığı kuvvetler karşısında deforme olmasını önleyerek, klinik başarıyı olumlu etkilemektedir.⁶ Yüzey pürüzlülüğü ise kritik değeri aştığında plak birikimi, renk değişikliği, diş eti problemleri ve çürük oluşumuna neden olarak, restorasyonun başarısını, dayanıklılığını ve kalitesini etkileyebilecek bir olgudur.⁷

Literatürde ofis ve ev tipi ağartma materyallerinin, restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğüne ve yüzey sertliğine etkileri konusunda yapılmış çalışmalar ve farklı sonuçlar mevcuttur.⁸ Farklı sonuçlar yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Ağartma sonrası, restorasyonun değiştirilmesinin gerektiğine dair net bir çalışma bulunmamaktadır.⁹ Fakat genellikle ağartma sonrası, olası negatif etkiler göz önüne alınarak restorasyonlar yenilenmektedir.

Bu da hasta için hem maliyeti artırdığı hem de her restorasyon değişimi, diş dokusunda kayıp yarattığı için istenmeyen bir durumdur.

Çalışmamızın amacı, ofis ve ev tipi ağartma tedavilerinde kullanılan materyallerin karşılaştırmalı olarak sıklıkla kullanılan farklı grup [mikrofil, mikrohibrit, nanohibrit, nanoseramik dolduruculu kompozit, geleneksel cam iyonomer siman (GCİS), rezin modifiye cam iyonomer siman (RMCİS), kompomer] restoratif materyalinin yüzey pürüzlülüğüne ve yüzey sertliğine etkisinin incelenmesidir.

Çalışmanın sıfır hipotezleri;

1. Ofis ve ev tipi ağartma materyalleri, restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünü etkilememektedir

2. Ofis ve ev tipi ağartma materyalleri, restoratif materyallerin sertliğini etkilememektedir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada, bir adet ofis tipi (Opalescence Boost PF %40, Ultradent, ABD) ve bir adet ev tipi (Opalescence PF %16, Ultradent, USA) ağartma materyalinin, A2 renginde ışıkla polimerize olan bir adet mikrohibrit dolduruculu (Gradia Direct Anterior-GC Dental, Tokyo, Japonya), bir adet nanohibrit dolduruculu (Clearfil Majesty Estetic-Kuraray Medikal INC, Tokyo, Japonya), bir adet mikrofil dolduruculu (Renamel-Cosmedent Inc., Chicago, ABD), bir adet nanoseramik esaslı (Ceram-X-One Universal-Dentsply, Almanya) kompozit rezinin, bir adet kompomerin (Dyract XP-Dentsply, Almanya), bir adet RMCİS'nin (Fuji II LC-GC Dental, Tokyo, Japonya) ve bir adet GCİS'nin (Fuji IX-GC Dental, Tokyo, Japan) yüzeyine uygulanmasının restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü ve yüzey sertliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. **Tablo 1**'de kullanılan materyallerin türü ve özellikleri açıklanmıştır.

ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI

Örneklerin hazırlanmasında, 10 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde silindirik boşluğa sahip teflon kalıplar kullanılmıştır. Restoratif materyaller alt ve üst yüzeylerinde, cam lamel ve şeffaf strip bant bulunan kalıp içerisine yerleştirildikten sonra üzerine hafif baskı uygulanmıştır. Böylece fazla materyalin, taş-

TABLO 1: Restoratif materyallerin türü ve özellikleri.

Materyal	Türü	İçerik	Doldurucu Partikül Miktarı	Üretici Firma	Lot No
Gradia Direct Anterior	Mikrohibrit	Silika ve prepolimerize doldurucular, matriks UDMA ve dimetakrilat ko-monomerleri	Ağırlıkça %73, Hacimce %64 Partikül büyüklüğü 0,85 µm	GC Corp. Tokyo, Japonya	1510231
Clearfil Majesty Esthetic	Nanohibrit	Sılanlanmış baryum cam tozu, silanlanmış koloidal silis, Bis-fenol A diğlisidimetakrilat, hidrofobik aromatik dimetakrilat, di-kamfirkinon	Ağırlıkça %78, Hacimce %66 Partikül büyüklüğü 0.37 µm-1.5 µm	Kuraray Noritake Dental Inc. Okayama, Japonya	220157
Renamel	Mikrofil	Multi fonksiyonel akrilik rezin ve 0.04 µm-0.2 µm büyüklüğünde inorganik ve prepolimerize doldurucular diüretan dimetakrilat, butanediol dimetakrilat, silika füme	Ağırlıkça %70, Hacimce %60 Partikül büyüklüğü 0.04 µm-0.2 µm	DeltaMed Friedberg, Almanya	152411C
Ceam-X-One SphereTec Universal	Nanoseramik	Metakrilat modifiye polisiloksan, dimetakrilat rezin	Ağırlıkça %79, Hacimce %61 Partikül büyüklüğü 1.2 µm-1.6 µm	Dentsply, Konstanz Almanya	1605000699
Dyract XP	Kompomer	UDMA, karboksilik asitten modifiye dimetakrilat, trietilenglikol dimetakrilat, trimetilpropan trimetakrilat, dimetakrilat rezinler, kamforkinon, etil-4(dimetilamino)benzoat, stronsiyum-alümino-sodyum-floro-fosfor-silikat cam, silikon dioksit, stronsiyum flor, demir oksit ve titanyum oksit pigmentleri	Ağırlıkça %47, Hacimce %50 Partikül büyüklüğü 0.8 µm	Dentsply Konstanz Almanya	1602000792
GC Fuji II LC Capsule	Rezin modifiye cam iyonomer siman	Likidinde poliakrilik (polialkenoik) asit, 2-hidroksietil metakrilat, polibasic karboksilik asit, uretan dimetakrilat UDMA içerir. Tozu florealümina silikat camdır.		GC Corp. Tokyo, Japonya	1602031
GC Fuji IX GP Capsule	Geleneksel cam iyonomer siman	Tozu florealümina silikat cam, likidi ise polibasic karboksilik asit içermektedir.		GC Corp. Tokyo, Japonya	1604131
Opalescence PF %40 HP	Ofis tipi ağartma materyali	%40 hidrojen peroksit, deiyonize su, % 0,5 potasyum nitrat, % 0,11 sodyum florid, karbopol, gliserin		Ultradent, ABD	BCMGF
Opalescence PF %16 KP	Ev tipi ağartma materyali	%16 karbamid peroksit, deiyonize su, % 0,5 potasyum nitrat, % 0,11 sodyum florid, karbopol, gliserin		Ultradent, ABD	BCR7Z
Sof-Lex Polisaj Sistemi	Bitirme ve polisaj sistemi			3M ESPE, ABD	N764379

UDMA: Üretan dimetakrilat.

ması ve düzgün bir yüzey elde edilmesi sağlanmıştır. Kapsül formundaki rezin modifiye cam, iyonomer siman üretici firmanın önerileri doğrultusunda aktive edilerek, otomatik karıştırıcıda 10 sn süre ile karıştırıldıktan sonra aplikatör yardımı ile kalıp içerisine yerleştirilmiştir. Hazırlanan örnekler, Valo (Ultradent, ABD) 3. nesil LED ışık cihazının 1000mW/cm² güce sahip standart modu ile üretici firmanın önerileri doğrultusunda, 20 sn polimerize edilmiştir. Işık cihazının, polimerize edici ucu siman camına temas etti-

rilerek örneğin merkezine gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Işık cihazının gücü, her örneğin polimerizasyonundan önce bir radyometre (Hilux, Benlioglu Dental AS, Ankara, TÜRKİYE) ile kontrol edilmiştir. Kapsül formundaki GCİS ise üretici firmanın önerileri doğrultusunda aktive edilerek, otomatik karıştırıcıda 10 sn süre ile karıştırıldıktan sonra aplikatör yardımı ile kalıp içerisine yerleştirilmiş ve 8 dk sertleşmesi beklendikten sonra şeffaf bant ve siman camından uzaklaştırılmıştır.

Tüm örnekler standart bir yüzey elde etmek için Soflex firmasının 12,7 mm'lik orta, ince ve süperince grenli diskleri ile üretici önerileri doğrultusunda cila işlemleri uygulanmıştır. Daha sonra 1dk boyunca distile su ile yıkanıp, 24 saat 37 °C'de distile suda bekletilmişlerdir.

GRUPLARIN OLUŞTURULMASI

Test grupları kullanılan restoratif materyaller ve kısaltmaları aşağıdaki gibi oluşturulmuştur (Tablo 2).

Uygulanan ağartma işlemi açısından grupları ve kısaltmaları; ofis tipi ağartma, ev tipi ağartma ve kontrol grubu şeklinde oluşturulmuştur (Tablo 3).

Her bir restoratif materyal grubu için 30 adet örnek hazırlanmıştır. Uygulanacak tedavi yöntemine göre 30 adet örnek rastgele onar örnek içeren 3 alt gruba ayrılmıştır. Sonuçta her grupta onar örnek olmak kaydıyla 21 grup için toplam 210 adet örnek hazırlanmıştır.

ÖRNEKLERE AĞARTMA MATERYALLERİNİN UYGULANMASI

Kontrol grubundaki örnekler On dört gün süreyle 37 °C'de yapay tükürükte etüv içerisinde bekletilmiştir. Her gün örnekler etüvden çıkarılarak yapay tükürük yenilenmiştir.

Ofis grubundaki örnekler Opalescence Boost PF %40 HP üretici firmanın önerileri doğrultusunda, şırıngadan şırıngaya aktarılan özel karıştırma yöntemiyle taze olarak kullanıma hazır hâle getirilmiştir.

TABLO 2: Restoratif materyal grupları ve kısaltmaları..

Grup GDA	Gradia Direct Anterior
Grup CME	Clearfil Majesty Esthetic
Grup Rnm	Renamel
Grup CXO	Ceam-x-one SphereTEC Universal
Grup DXP	Dyract XP
Grup FLC	Fuji II LC
Grup FIX	Fuji IX

TABLO 3: Uygulama grupları ve kısaltmaları.

Grup K	Kontrol grubu
Grup O	Opalescence PF %40 HP Ofis tipi ağartma uygulama grubu
Grup E	Opalescence PF %16 KP Ev tipi ağartma uygulama grubu

Örneklerin yüzeyine fırçası yardımıyla 1mm kalınlığında uygulanmış ve 20 dk beklenmiştir. Daha sonra yumuşak diş fırçası ve su ile yüzeyden uzaklaştırılmış, örnek yüzeyleri kurutma kağıtları ile kurulandırılmıştır. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda, aynı işlem bir kez daha tekrarlanarak toplamda 40 dk uygulama yapılmıştır. Örnekler su ile yıkanıp kurutulduktan sonra, yapay tükürük dolu kaplara konup 37 °C'lik etüve yerleştirilmiştir. 1 hafta boyunca her gün yapay tükürük yenilenmiştir. Bir hafta sonunda, etüvden çıkartılan örnekler, distile suda yıkanarak kurutma kâğıdı ile kurulandırılmış ve ardından ilk günkü ağartma işlemi tekrarlanmıştır. Uygulama sonunda yine 1 hafta boyunca 37 °C'de yapay tükürükte bekletilmiştir.

Ev grubundaki örnekler Opalescence PF %16 KP kurulandırılmış örneklerin yüzeyine fırça yardımıyla üretici firmanın talimatları doğrultusunda, 1mm kalınlığında uygulanmış ve 5 saat beklenmiştir. Daha sonra ağartma materyali yumuşak diş fırçası ve su ile yüzeyden uzaklaştırılmıştır. Örnek yüzeyleri kurutma kağıtları ile kurulandıktan sonra, yapay tükürük dolu kalıplara konup etüve yerleştirilmiştir. On dört gün boyunca her gün etüvden çıkartılan örnekler, su ile yıkanarak kurutma kâğıdı ile kurulandırılmış ve aynı ağartma uygulama prosedürü tekrarlanmıştır.

Ağartma uygulamaları dışındaki zamanlarda, örnekler etüvde 1000 mL deiyonize su içerisinde 0,2g K₂HPO₄, 0,330g KSCN, 0,260g Na₂HPO₄, 1,5g NaHCO₃, 0,7g NaCl, 1,3g üre, 1,2g HCl çözünmüş ve pH'ı 7,4 olan yapay tükürük solüsyonunda bekletilmiştir.

YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ

Örnekler 37 °C'de 24 saat distile suda bekletildikten sonra, kurutma kâğıdı ile kurutulardan teste tabi tutulmuşlardır. İncelenen örnek yüzeyi üzerinde 0,25 mm cut-off değeri ve 5,5 mm izlem yoluna sahip kaydedici bir elmas uç ile her örneğin merkezinde olacak şekilde, belirli bir gidiş mesafesinde gezerek yüzeydeki pürüzlülükleri Ra değerinden kaydederek ölçüm yapılmıştır (Perthometer M2, Mahr, Almanya). Her örnekte, değişik alanlarda 3 ölçüm yapılmış ve bu ölçümlerin ortalamaları alınarak, ortalama yüzey pürüzlülüğü hesaplanmıştır. Her bir grubun ölçümünden önce cihaz kalibre edilmiştir.

YÜZEY SERTLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Örnekler 37 °C’de 24 saat distile suda bekletildikten sonra, kurutma kağıdı ile kurutularak sertlik değerleri ölçülmüştür. Knoop mikrosertlik cihazı (Buehler MMT-3 Digital microhardness tester; Lake Bluff, IL, ABD) uzun köşegen uzunluğu, kısa köşegen uzunluğunun 7 katı ve tepe açısı 172° olan piramit şekilli bir elmas uca sahiptir. Ölçümlerde uzun köşegen esas alınmaktadır. Örnekler üst yüzeyi yukarıya bakacak şekilde cihaz üzerindeki tablaya yerleştirilmiş ve elmas uç ile 15 sn boyunca 100 g’lık kuvvet uygulaması yapılmıştır. Her örnekte 3 farklı noktadan ölçüm yapıp ortalama değer alınmıştır.

Bu yüzey sertliği ölçüm yöntemi, örnek yüzeylerinin pürüzsüz olmasını gerektirmektedir. Çalışmamızdaki, Fuji IX grubunda diğer gruplarla aynı polisaj işlemleri uygulanmasına rağmen kendi yapısal özelliğindeki pürüzlülüğünden dolayı mikroskopta köşegen görüntüsü seçilememiştir. Bu grupta Sof-Lex’in ince ve süper ince grenli diskleri ile tekrar cila işlemleri uygulanmıştır.

Taramalı Elektron Mikroskobu Analizi Örnekler kaplanmadan önce desikatörde vakum altında tutulmuş, ardından kaplama cihazına (Quorum, İngiltere) alınarak 180 sn boyunca 150 Angstrom kalınlığında altın/paladyum (Au/Pd) ile kaplama yapılmıştır. Taramalı elektron mikroskobu [scanning electron microscope) (SEM)] cihazında (JEOL/JSM-

7001F, Japonya) 10,0 kV’ta, X100, X1000, X5000 büyütme oranlarında görüntüler elde edilmiştir.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

İki yönlü varyans analizi (two-way ANOVA) ve TUKEY çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Bulgular, ortalama ve standart sapma olarak sunulmuş olup, p<0,05 önem seviyesi anlamlı kabul edilmiştir. Tüm istatistiksel hesaplamalar SPSS 21.0 V istatistik paket programında (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) yapılmıştır

BULGULAR

YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri, hem uygulama grupları (p<0,001) hem restoratif materyal grupları (p<0,001) hem de etkileşim grupları (U*RM) (p<0,001) açısından anlamlı farklılık göstermiştir. Etkileşim etkisi önemli olduğundan tablo içi harflendirmeler dikkate alındığında, en yüksek ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri ofis tipi ağartma uygulanan Fuji IX grubunda, en düşük Ra değerleri ise Kontrol grubundaki Gradia Direct Anterior ve Clearfil Majesty Esthetic gruplarında tespit edilmiştir. Restoratif materyal ve uygulama grupları arasındaki yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları ve gruplar arası farklılıklar **Tablo 4**’de gösterilmiştir. Aynı harflerle gösterilen gruplar arasında

TABLO 4: Yüzey pürüzlülüğü değerlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler.

Restoratif Materyal Grupları	Uygulama Grupları							
	Kontrol		Ofis		Ev		Genel Ortalama	
GDA	0,155±0,026	f	0,162±0,031	f	0,169±0,025	f	0,162±0,027	D
CME	0,155±0,033	f	0,176±0,053	f	0,196±0,043	f	0,176±0,046	D
Rnm	0,175±0,024	f	0,192±0,048	f	0,219±0,053	ef	0,195±0,046	D
CXO	0,158±0,019	f	0,169±0,027	f	0,181±0,029	f	0,169±0,026	D
DXP	0,319±0,070	ef	0,351±0,109	ef	0,422±0,066	e	0,364±0,092	C
FLC	0,799±0,123	d	0,915±0,135	cd	1,053±0,099	c	0,922±0,157	B
FIX	3,719±0,223	a	3,900±0,307	a	3,133±0,383	b	3,584±0,449	A
Genel Ortalama	0,783±1,231	B	0,837±1,287	AB	0,767±1,030	B	0,796±1,183	
Varyasyon Kaynakları								
	Uygulama Grupları		R.Materyal Grupları		Uygulama* R.Materyal			
P-değerleri	<0,001		<0,001		<0,001			

GDA: Gradia direct anterior; CME: Clearfil majesty esthetic; Rnm: Renamel; CXO: Ceam-x-one SphereTEC Universal; DXP: Dyract XP; FLC: Fuji II LC; FIX: Fuji IX.

istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Ev tipi ağartmanın ofis tipi ağartmaya kıyasla, tüm restoratif materyal gruplarında yüzey pürüzlülüğünü anlamlı olmamak kaydıyla daha çok etkilediği görülmüştür. Ev tipi ağartma uygulamasının sadece Fuji II LC grubunda yüzey pürüzlülüğünü anlamlı derecede artırdığı, Fuji IX grubunda ise anlamlı derecede azalttığı görülmüştür ($p<0,001$).

YÜZEY SERTLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ortalama yüzey sertliği değerleri (KHN), hem uygulama grupları ($p=0,021$) hem de restoratif materyal grupları ($p<0,001$) açısından anlamlı farklılık göstermekte iken etkileşim grupları (U*RM) ($p=0,069$) arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Genel ortalamalar dikkate alındığında; en yüksek KHN uygulama grupları içerisinde kontrol grubunda, restoratif materyal grupları içerisinde ise Fuji IX grubunda ölçülmüştür. En düşük KHN ise ev tipi ağartma uygulanan, Dyract XP grubunda tespit edilmiştir. Restoratif materyal grupları arasında yüzey sertliği bakımından, anlamlı derecede fark bulunmuştur ($p<0,001$) fakat ağartma uygulamaları yüzey sertliğini anlamlı derecede değiştirmemiştir ($p>0,05$).

Restoratif materyal ve uygulama grupları arasındaki KHN, standart sapmaları ve gruplar arası farklılıklar **Tablo 5**'de gösterilmiştir. Aynı harfle gös-

terilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

SEM ANALİZİ İLE ELDE EDİLEN BULGULAR

SEM analizlerinde, profilometre sonuçlarına paralel olarak kontrol ve ağartma grupları arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir. Ofis ve ev tipi ağartma grupları arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır (**Resim 1**, **Resim 2**, **Resim 3**, **Resim 4**, **Resim 5**, **Resim 6**). Sadece Fuji IX grubu ev uygulaması sonrası daha az pürüzlü olarak gözlemlenmiştir (**Resim 7**).

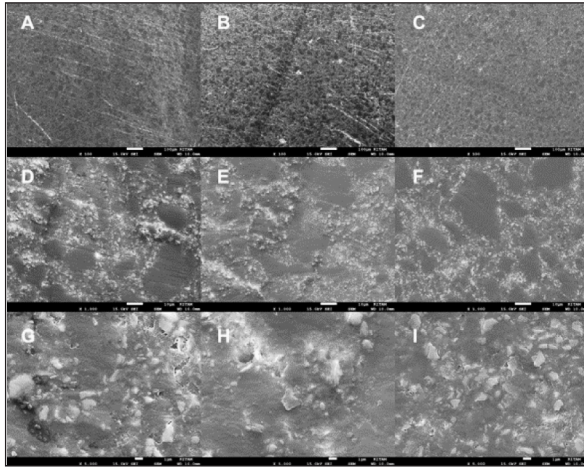
TARTIŞMA

Çalışmanın 1'inci hipotezi kısmen, 2'nci hipotezi ise her 2 grup içinde kabul edilmiştir. Günümüzde ağartma, renklenmiş dişlerin tedavisinde güvenilir, konservatif, maliyeti düşük ve etkin bir tedavi yöntemi olmasıyla öne çıkmaktadır. Ancak literatür incelendiğinde farklı sonuçlarla birlikte, ağartma tedavisinin restoratif materyallerin yüzey karakterini, kimyasal ve fiziksel özelliklerini değiştirdiği şüphesi oluşmuştur.⁹⁻¹¹ Popülasyonun %40'ından fazlasının en az bir restorasyona sahip olduğu düşünüldüğünde, ağartma uygulamalarından nasıl etkileneceklerinin önemi artmaktadır.¹² Yüzey pürüzlülüğü ve yüzey sertliği kabul edilebilir bir restorasyon için önemli faktörler olduğundan, çalışmamızda bu özelliklerin

TABLO 5: Yüzey sertliği değerlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler.

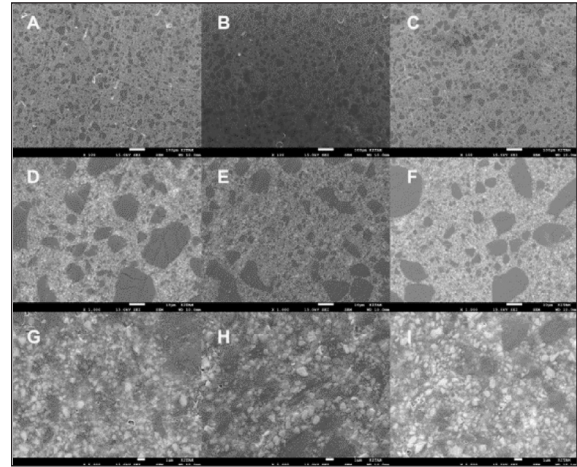
Restoratif Materyal Grupları	Uygulama Grupları				Genel Ortalama	
	Kontrol	Ofis	Ev			
GDA	26,870±1,702	24,810±1,844	21,920±0,750	24,533±2,528	D	
CME	41,050±2,106	40,350±0,880	40,030±1,301	40,477±1,526	B	
Rnm	31,410±1,716	27,600±1,219	27,930±1,105	28,980±2,197	C	
CXO	43,330±1,592	42,530±1,770	41,910±0,963	42,590±1,548	B	
DXP	12,430±1,300	12,090±1,918	12,060±1,139	12,193±1,448	F	
FLC	21,210±3,856	20,170±1,157	20,630±1,634	20,670±2,459	E	
FIX	78,170±5,852	80,310±8,794	79,650±5,347	79,377±6,658	A	
Genel Ortalama	36,304±20,177	35,457±21,219	34,876±21,037	35,546±20,725		
Varyasyon Kaynakları						
	Uygulama Grupları	R.Materyal Grupları	Uygulama *R.Materyal			
P-değerleri	0,021	<0,001	0,069			

GDA: Gradia direct anterior; CME: Clearfil majesty esthetic; Rnm: Renamel; CXO: Ceam-x-one SphereTEC Universal; DXP: Dyract XP; FLC: Fuji II LC; FIX: Fuji IX.



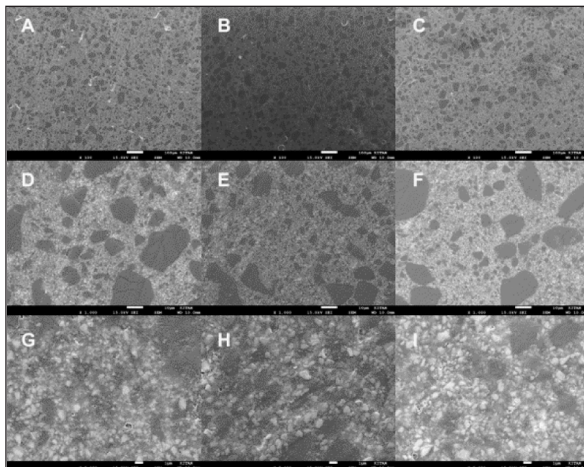
RESİM 1: GDA (Gratia Direct Anterior) SEM görüntüleri.

A: Kontrol grubu 100X, B: Kontrol grubu 1000X, C: Kontrol grubu 5000X D: Ofis grubu 100X, E: Ofis grubu 1000X, F: Ofis grubu 5000X, G: Ev grubu 100X, H: Ev grubu 1000X, I: Ev grubu 5000X



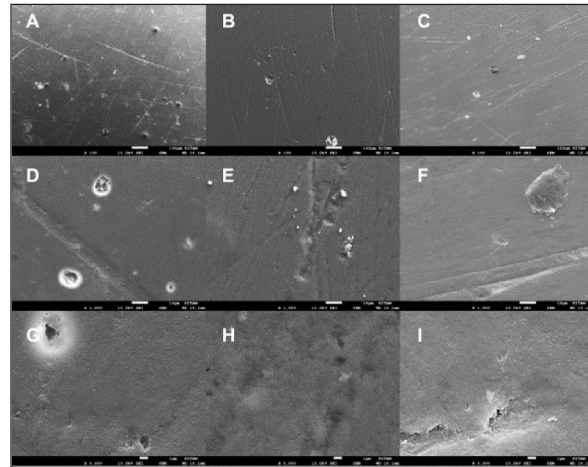
RESİM 2: CME (Clearfil Majesty Esthetic) SEM görüntüleri.

A: Kontrol grubu 100X, B: Kontrol grubu 1000X, C: Kontrol grubu 5000X D: Ofis grubu 100X, E: Ofis grubu 1000X, F: Ofis grubu 5000X, G: Ev grubu 100X, H: Ev grubu 1000X, I: Ev grubu 5000X



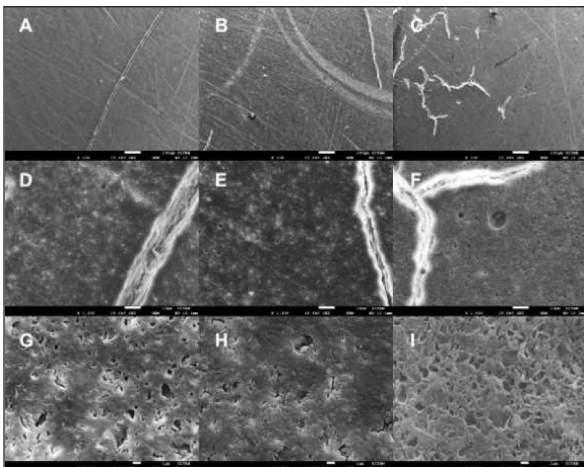
RESİM 3: Rnm (Renamel) SEM görüntüleri.

A: Kontrol grubu 100X, B: Kontrol grubu 1000X, C: Kontrol grubu 5000X D: Ofis grubu 100X, E: Ofis grubu 1000X, F: Ofis grubu 5000X, G: Ev grubu 100X, H: Ev grubu 1000X, I: Ev grubu 5000X



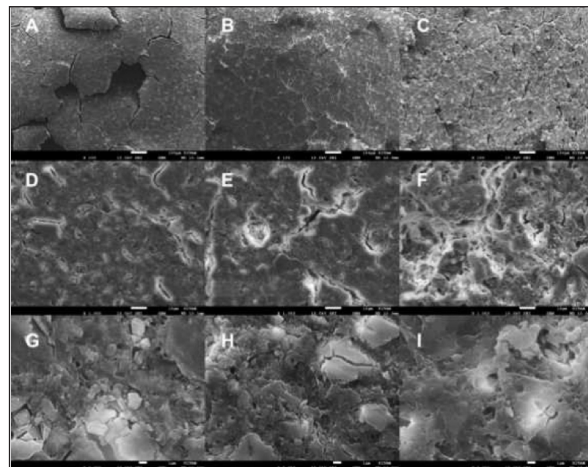
RESİM 4: CXO (Ceram-X-One) SEM görüntüleri.

A: Kontrol grubu 100X, B: Kontrol grubu 1000X, C: Kontrol grubu 5000X D: Ofis grubu 100X, E: Ofis grubu 1000X, F: Ofis grubu 5000X, G: Ev grubu 100X, H: Ev grubu 1000X, I: Ev grubu 5000X



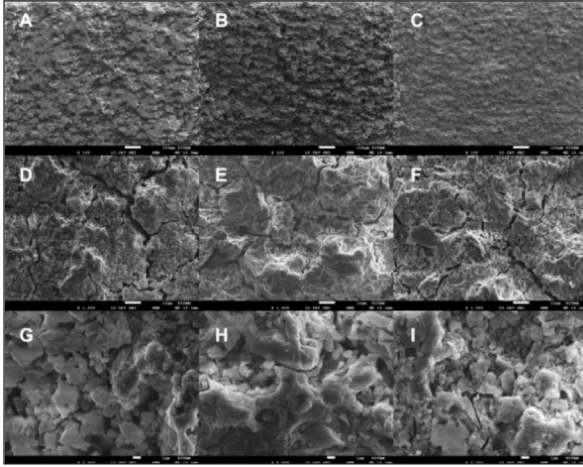
RESİM 5: DXP (Dyract XP) SEM görüntüleri.

A: Kontrol grubu 100X, B: Kontrol grubu 1000X, C: Kontrol grubu 5000X D: Ofis grubu 100X, E: Ofis grubu 1000X, F: Ofis grubu 5000X, G: Ev grubu 100X, H: Ev grubu 1000X, I: Ev grubu 5000X



RESİM 6: FLC (Fuji II LC) SEM görüntüleri.

A: Kontrol grubu 100X, B: Kontrol grubu 1000X, C: Kontrol grubu 5000X D: Ofis grubu 100X, E: Ofis grubu 1000X, F: Ofis grubu 5000X, G: Ev grubu 100X, H: Ev grubu 1000X, I: Ev grubu 5000X



RESİM 7: FIX (Fuji IX) SEM görüntüleri.

A: Kontrol grubu 100X, B: Kontrol grubu 1000X, C: Kontrol grubu 5000X D: Ofis grubu 100X, E: Ofis grubu 1000X, F: Ofis grubu 5000X, G: Ev grubu 100X, H: Ev grubu 1000X, I: Ev grubu 5000X

ağartma sonrası değişimi, sıklıkla kullanılan 7 farklı restoratif materyal üzerinde incelenmiştir. Ofis tipi ağartma etkisi oluşturmak için daha etkin olmaları ve hassasiyet önleyici potasyum florür (PF) içermeleri nedeniyle %40 oranında HP içeren Opalescence Boost PF ve ev tipi ağartma etkisi oluşturmak için %16 oranında KP içeren Opalescence PF materyalleri tercih edilmiştir.

Ağartma mekanizması sırasında, HP ve oluşan serbest radikallerin organik matriksteki polimer zincirlerde ayrılmayı uyararak, matriks ile inorganik doldurucular arasındaki bağlantıyı bozarak yüzey karakterini değiştirdiği düşünülmektedir.⁷ Ağartma materyallerinin içeriğindeki etken madde oranı, uygulama süresi ve sıklığı da sonuçları etkileyen faktörlerdir.^{4,9} Uygulamanın etkinliği için en az 2 haftalık bir süre gerekmektedir.^{13,14} Çalışmamızda 14 günlük uygulama süreci boyunca, Opalescence PF %16 KP üretici talimatları doğrultusunda materyal yüzeyine günde 5 saat, Opalescence PF %40 HP günde 2 kez yirmişer dk birer hafta arayla uygulanmıştır. Kalan zamanlarda örnekler, ağız içerisini taklit etmesi amacıyla yapay tükürük içerisinde etüvde 37 °C’de bekletilmişlerdir.

Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde uzun yıllardır yaygın olarak kullanılan mekanik profilometrenin en önemli avantajı, değerlendirmeden önce örneklerin herhangi bir hazırlık aşamasına gerek olmaması ve böylece örneklerin tekrar kullanılabilmesi

ve çeşitli zaman dilimlerinde tekrar ölçümleri yapılabilmesidir.¹⁵ SEM ise örnekleri 3 boyutlu inceleme imkanı sağlayan, yüksek ayırım gücü ve odak derinliği, görüntü ve analizi birleştirme özelliği ile diş hekimliğinde sık kullanılır hâle gelmiştir. Çalışmamızda da 2 boyutlu yüzey profilometre cihazı ve SEM cihazı kullanılarak, hem nicel hem nitel veriler elde edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmamızda profilometre cihazı ile elde ettiğimiz verilere göre ev ve ofis tipi ağartma uygulamalarından sonra, tüm kompozit gruplarında ve Dyract XP grubunda, yüzey pürüzlülüğü hafif artış göstermiş fakat bu artış istatistiksel olarak anlamlı derecede bulunmamıştır ($p>0,001$). Ev tipi ağartmayı, temsilen uyguladığımız %16 KP, yüzey pürüzlülüğünü anlamlı olmamak kaydıyla daha fazla artırmıştır.

Rattacaso ve ark. %16 KP’i 4 hafta boyunca günde 8 saat Charisma (nanohibrit kompozit, Filtek Supreme 350 (nanodoldurucu) ve Heliomolar (mikrofil kompozit) yüzeyine uyguladıkları çalışmalarında, ağartma uygulaması sonrası yüzey pürüzlülüğünde anlamlı derecede artış bulamamışlardır.¹⁶ Çalışmamız Mendes ve ark.nın, %10 HP (Rembrandt) ve %35 HP’i (Whiteness HP) TPH3 (nanohibrit kompozit) ve Filtek Z350 (nanofil kompozit) yüzeyine uygulayarak, yüzey pürüzlülüğünü profilometre cihazıyla test ettikleri ve ağartma sonrası anlamlı derecede artış bulamadıkları çalışmaları ile uyumludur.¹⁷

Dyract XP, Fuji II LC ve Fuji IX grupları arasında pürüzlülük bakımından anlamlı derecede fark görülmüştür. Dyract XP grubu kompozitlerden anlamlı derecede pürüzlü bulunmuş, bu sırayı Fuji II LC ve Fuji IX grupları izlemiştir. Rezin içeriği artıkça pürüzlülük azalmıştır. Kompomer ve RMCİS’de cam doldurucular rezin içerisinde gömülü bulunmalarından dolayı daha az etkilenmektedirler.^{18,19} Kompomer grubunun kompozitlerden pürüzlü bulunmasının, yapısındaki %50 oranında zengin organik matriks içeriğinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.^{19,20} Geleneksel olanlar daha fazla olmak üzere cam iyonomer simanların SEM görüntülerinde yüzey çatlakları kompomer, GCİS ve RMCİS’de ağartma uygulamasından bağımsız olarak kontrol gruplarında da gözlenmiştir.²¹

Ağartma materyallerini karşılaştırsak; Dyract XP grubu, ev uygulamasında ofis uygulamasına kı-

yasla daha fazla pürüzlenmiştir. Ancak aralarında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Fuji II LC grubunda ev uygulaması sonrasında, pürüzlülükte anlamlı derecede artış kaydedilmiştir ($p<0,001$). Ev tipi ağartma materyalinin, kontak süresinin fazla olmasının bu sonucu verdiğini düşünmekteyiz.²² Diğer gruplardan farklı olarak Fuji IX grubunun yüzey pürüzlülüğü ise ev tipi ağartma uygulaması sonrası anlamlı derecede azalmıştır ($p<0,001$). Ev tipi ağartmada, uzun temas süresinin zaten fazla pürüzlü olan yüzeydeki partikülleri çözerek yüzeyi daha az pürüzlü hâle getirdiğini düşünmekteyiz. Çehrel ve ark.nın çalışmasında da Fuji IX restoratif materyalinde ağartma sonrası, yüzey pürüzlülüğünde azalma olduğu gösterilmiştir.²³

Cengiz ve ark., %10 KP'i günde 8 saat 3 nano-hibrit, bir mikrohibrit, bir nanoseramik restoratif materyal üzerinde test ettiği çalışmasında tüm restoratif materyallerde pürüzlülükte anlamlı derecede artış tespit etmişlerdir.²⁴ Nanoseramik hariç diğer tüm gruplar 0,2 μm 'lik kritik değeri aşmıştır. Çalışmamızla uyumlu olmayan, anlamlı derecede pürüzlülük artışının 8 saat uygulama süresine bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızda ağartma uygulamaları dışındaki zamanlarda, ağız içerisindeki ortamı taklit edebilmek için örnekler yapay tükürük içerisinde 37 °C'de bekletilmiştir.^{14,16} HP ve serbest radikaller matriks ve inorganik yapı ile etkileşime geçerek mineral elementleri yüzeyden uzaklaştırmaktadır.¹⁰ Tükürüğün yüzey koruyucu bir tabaka oluşturarak, ağartma materyalini yüzeyden uzaklaştırdığı ve etkisini azalttığı bildirilmektedir.^{20,25} Çalışmamızda, her gruptan 1 örneğin X100, X1000 ve X5000 büyütmede SEM görüntüleri alınarak ve enerji dağılımı spektrometresi (EDS) analizleri yapılarak yüzey değişiklikleri nitel olarak değerlendirilmiştir. SEM cihazına bağlı EDS analizi ile yüzeydeki madde kayıpları değerlendirilmiştir. SEM analizlerinde, profilometre sonuçlarına paralel olarak kontrol ve ağartma grupları arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir. Ofis ve ev tipi ağartma grupları arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Sadece Fuji IX grubu, ev uygulaması sonrası daha az pürüzlü olarak gözlemlenmiştir.

Dehidratasyona karşı daha duyarlı olan cam iyonomer siman gruplarında (Fuji IX ve Fuji II LC) ağartmadan bağımsız olarak kontrol grubunda da belirgin olarak görülen çatlakların, desikatör cihazında bekleme dönemindeki dehidratasyon nedeniyle artış gösterdiğini düşünmekteyiz. Polydorou ve ark. %38 HP ve %15 KP ile yaptıkları çalışmalarında, yüzey pürüzlülüğünü X60, X200, X2000 büyütme ile SEM cihazıyla değerlendirmişler ve polisajlı örneklerde ağartma işleminin yüzey pürüzlülüğünde anlamlı bir değişiklik yapmadığını bulgulamışlardır.⁸ Wattana-pangkul ve ark., ev tipi ağartma materyali uygulaması sonrası SEM görüntülerinde kompozit yüzeyinde fazla etkilenme gözlemezken, kompomer yüzeyinde belirgin pürüzlülük artışı ve çok sayıda çatlak oluştuğunu bildirmişlerdir.⁷

Yüzey sertliği aşınma ve çizilmeye karşı direnci artırıp, materyalin ağız içerisinde maruz kaldığı kuvvetlere karşı deformasyonu önlediği için önemli bir fiziksel özelliktir.⁶ Literatürde ağartma materyallerinin, restoratif materyallerin yüzey sertliğine etkilerini inceleyen çalışmalar farklı sonuçlar vermektedir. Çalışmamızda, yüzey sertliği 15 sn boyunca 100 g yük altında Knoop mikrosertlik cihazı ile üçer ölçümle değerlendirilmiştir.^{16,23} Knoop mikrosertlik testinin avantajları, sonuçların güvenilir olması ve oldukça geniş bir aralıkta materyal grubuna uygulanabilmesidir. Dezavantajları ise oldukça parlak ve düz yüzey örneklerine ihtiyaç duyması ve test süresinin diğer testlere göre daha fazla zaman almasıdır.²⁶

Restoratif materyallerin yüzey sertliğinin; doldurucu madde içeriğine, doldurucu maddenin dağılımına ve rezin matriksin yapısına bağlı olduğu bildirilmiştir.²⁷ Materyalin rengi, materyalin uygulama kalınlığı ve polimerizasyon derecesi de sertliğini etkileyen faktörlerdir.^{28,29} Rouhollahi ve ark. kompozit rezinin, polimerizasyon derinliğinin ve mikrosertliğinin, materyalin kalınlığıyla ilişkili olduğunu ve 2 mm'lik tabakalar hâlinde uygulanması gerektiğini önermektedirler.²⁸ Çalışmamızda standardizasyonu sağlamak için tüm örnekleri A2 rengine ve 2 mm kalınlığında hazırlayarak 3. nesil Led cihazı ile 20 sn polimerize edilmiştir. GCİS'ye ise benzer çalışmalardaki gibi ilk sertleşmesi tamamlanana kadar 8 dk teflon kalıp içerisinde bekletilmiştir.³⁰⁻³²

Çalışmamızda, kontrol gruplarında restoratif materyallerin yüzey sertliklerinin birbirinden farklı olduğu fakat uygulama grupları arasında fark olmadığı ve yüzey sertliğini anlamlı derecede etkilemedikleri sonucu elde edilmiştir. Dyract XP (kompomer) grubu ağartmadan bağımsız olarak en düşük yüzey sertliği değerini vermiştir. Materyallerin, doldurucu miktarının artmasıyla aşınmaya karşı direncinin ve sertliğinin arttığı bilinmektedir.^{33,34} Dyract XP grubunun doldurucu oranının düşük olmasının sertliği etkilediğini düşünmekteyiz. Ağartmadan bağımsız olarak, GCİS'nin diğer restoratif materyallerden çok yüksek sertlik değerine sahip olduğu görülmüştür. GCİS'deki sertlik artışının maturasyonunun ve sertleşme reaksiyonunun zamanla tamamlanmasından ve ağartma dışındaki zamanlarda, yapay tükürük içerisinde beklemesinden kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz.

SEM cihazına bağlı yaptığımız EDS analizinde; restoratif materyallerin yapılarında ağırlıklı olarak bulunan elementlerin ağartma sonrası yüzdelik değerleri kontrol grubu ile karşılaştırarak değerlendirilmiştir. Gradia Direct Anterior grubunda C, O, Al, Si, K; Clearfil Majesty Esthetic grubunda C, O, Si; Renamel grubunda C, O, Si; Ceram X One grubunda C, O, Si, Ba, Br, F, Yb; Dyract XP grubunda C, O, Si, Sr, F; Fuji II LC grubunda C, O, Si, Al, F; Fuji IX grubunda C, O, Si, Al, F elementlerinin materyal içerisindeki yüzdelik oranları incelenmiş ve ağartma sonrası belirgin değişim görülmemiştir. Yüzey sertliğinde anlamlı değişim görülmemesi ile uyumludur. Yapı içerisinde bulunan elementlerdeki azalmanın materyalin sertliğini etkilediği bildirilmiştir.⁸ Çalışmamızla uyumlu olarak, Yu ve ark. çalışmasında da Opalescence PF %15'i 4 hafta nanokompozit, kondanse edilebilir kompozit, kompomer ve GCİS yüzeyine uygulamışlar, kalan zamanlarda yapay tükürük içerisinde bekletmişlerdir.³¹ Yüzey sertliği testinde kompozitler değişiklik göstermezken, GCİS anlamlı derecede artış göstermiştir. Kompomer ise ilk 2 hafta değişiklik göstermezken, son 2 haftada yüzey sertliğinde anlamlı derecede azalma göstermiştir. Benzer çalışmalarda da GCİS'nin ağartmadan bağımsız kontrol grubunda da görülen sertlik artışının tükürük içerisinde beklemekten kaynaklandığı bildirilmiştir.³⁵ Tükürükteki kalsiyum ve fosfat içeriğinin sertlik artışından sorumlu olabileceği düşünülmüştür. Kom-

pozit rezin ve kompomerin yapay tükürük içerisinde bekletildiği çalışmalarda, sertlikte değişiklik gözlenmemiştir.³²

Müjdeci ve Gökay, %10 KP içeren ağartma materyalini 21 gün günde 4 saat ve %14 HP içeren ağartma striplerini gün aşırı 30 dk nanohibrit kompozit, kompomer ve GCİS yüzeyine uygulamışlardır.³⁰ Yüzey sertliği testi sonucunda ağartma işleminden bağımsız olarak, restoratif materyaller arasında yüzey sertliği farkı görülürken, ağartma uygulamasının yüzey sertliğini değiştirmediği görülmüştür. Kompozitler en yüksek, GCİS en düşük değerleri vermiştir.

Yu ve ark., %40 HP içeren Opalescence Boost'u nanohibrit, mikrohibrit, akışkan, kondanse edilen (Filtek 60), kompomer, GCİS ve seramik yüzeyine uyguladığı çalışmasında seramik hariç diğer gruplarda yüzey sertliğinin anlamlı derecede azaldığını bulgulamıştır.¹¹

Alqahtani, %10 KP'i mikrohibrit, nanofil, siloran bazlı, hibrit kompozit yüzeylerine uyguladığı çalışmasında, nanofil, hibrit ve siloran bazlı kompozitlerde yüzey sertliğinin anlamlı derecede azaldığı, mikrohibrit kompozitte ise anlamlı derecede azalmadığını bildirmiştir.²⁵ Trietilenglikol dimetakrilat (TEGDMA) içeren rezin materyallerin ağartma ajanlarına karşı daha duyarlı olduğunu iddia etmişlerdir.

SONUÇ

Çalışmamızda, ağartma uygulamasından bağımsız olarak restoratif materyallerin türüne ve içeriğine göre farklı yüzey pürüzlülük ve yüzey sertlik değerlerine sahip oldukları görülmüştür. Ev tipi ağartmanın yüzey pürüzlülüğünü, ofis tipi ağartmaya oranla daha fazla etkilediği görülmüştür. Yüzey sertliğinin her 2 ağartma yönteminde de anlamlı derecede etkilenmediği tespit edilmiştir. Doldurucu oranı, doldurucu büyüklüğü, matriks yapısı, monomerin çeşidi gibi materyale bağlı özelliklerin, uygulama süresinin ve yapay tükürük ortamında bekletmemenin farklı sonuçlar üzerinde etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Bu çalışmada, in vivo ortam taklit edilmeye çalışılmışsa da bu in vitro çalışma, modeli ağız ortamının karmaşık yapısını tam olarak yansıtmayacağı için

incelediğimiz ağartma materyallerinin etkileri konusunda son basamak testler olan klinik çalışmaların da dikkate alınması gerektiğini düşünmekteyiz.

Finansal Kaynak

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetim Ofisi tarafından PYO.DIS.1904.17.003 numarası ile desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üye-

liği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Funda Serinsöz, Ertan Ertaş; **Tasarım:** Funda Serinsöz, Ertan Ertaş; **Denetleme/Danışmanlık:** Funda Serinsöz, Ertan Ertaş; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Funda Serinsöz, Ertan Ertaş; **Analiz ve/veya Yorum:** Funda Serinsöz, Ertan Ertaş, Eda Güler; **Kaynak Taraması:** Funda Serinsöz, Ertan Ertaş, Eda Güler; **Makalenin Yazımı:** Funda Serinsöz, Eda Güler; **Eleştirel İnceleme:** Ertan Ertaş, Eda Güler.

KAYNAKLAR

- Kihn PW. Vital tooth whitening. Dent Clin North Am. 2007;51(2):319-31. viii. [Crossref] [PubMed]
- Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. Quintessence Int. 1992;23(7):471-88. [PubMed]
- Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. J Prosthet Dent. 2006;95(2):137-42. [Crossref] [PubMed]
- Wang L, Francisconi LF, Atta MT, Dos Santos JR, Del Padre NC, Gonini A Jr, et al. Effect of bleaching gels on surface roughness of nanofilled composite resins. Eur J Dent. 2011;5(2):173-9. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Polydorou O, Hellwig E, Auschill TM. The effect of different bleaching agents on the surface texture of restorative materials. Oper Dent. 2006;31(4):473-80. [Crossref] [PubMed]
- Yap AU, Ng SC, Siow KS. Soft-start polymerization: influence on effectiveness of cure and post-gel shrinkage. Oper Dent. 2001;26(3):260-6. [PubMed]
- Wattanapayungkul P, Yap AU, Chooi KW, Lee MF, Selamat RS, Zhou RD. The effect of home bleaching agents on the surface roughness of tooth-colored restoratives with time. Oper Dent. 2004;29(4):398-403. [PubMed]
- Polydorou O, Mönning JS, Hellwig E, Auschill TM. Effect of in-office tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. Dent Mater. 2007;23(2):153-8. [Crossref] [PubMed]
- Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations—a systematic review. Dent Mater. 2004;20(9):852-61. [Crossref] [PubMed]
- Taher NM. The effect of bleaching agents on the surface hardness of tooth colored restorative materials. J Contemp Dent Pract. 2005;6(2):18-26. [Crossref] [PubMed]
- Yu H, Li Q, Cheng H, Wang Y. The effects of temperature and bleaching gels on the properties of tooth-colored restorative materials. J Prosthet Dent. 2011;105(2):100-7. [Crossref] [PubMed]
- Bahari M, Savadi Oskoe S, Mohammadi N, Ebrahimi Chaharom ME, Godrati M, Savadi Oskoe A. Effect of different bleaching strategies on microhardness of a silorane-based composite resin. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. 2016;10(4):213-9. [PubMed] [PMC]
- Suliman M. An overview of bleaching techniques: 2. Night Guard Vital Bleaching and non-vital bleaching. Dent Update. 2005;32(1):39-40, 42-4, 46. [Crossref] [PubMed]
- Neme AL, Frazier KB, Roeder LB, Debner TL. Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. Oper Dent. 2002;27(1):50-8. [PubMed]
- Joniot S, Salomon JP, Dejou J, Grégoire G. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. Oper Dent. 2006;31(1):39-46. [Crossref] [PubMed]
- Rattacaso RM, da Fonseca Roberti Garcia L, Aguilár FG, Consani S, de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza F. Bleaching agent action on color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to accelerated artificial aging. Eur J Dent. 2011;5(2):143-9. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Mendes AP, Barcelheiro Mde O, dos Reis RS, Bonato LL, Dias KR. Changes in surface roughness and color stability of two composites caused by different bleaching agents. Braz Dent J. 2012;23(6):659-66. [Crossref] [PubMed]
- Yap AU, Mok BY. Surface finish of a new hybrid aesthetic restorative material. Oper Dent. 2002;27(2):161-6. [PubMed]
- Bailey SJ, Swift EJ Jr. Effects of home bleaching products on composite resins. Quintessence Int. 1992;23(7):489-94. [PubMed]
- Sharafeddin F, Jamalipour G. Effects of 35% carbamide peroxide gel on surface roughness and hardness of composite resins. J Dent (Tehran). 2010;7(1):6-12. [PubMed] [PMC]
- Yap AU, Pek YS, Cheang P. Physico-mechanical properties of a fast-set highly viscous GIC restorative. J Oral Rehabil. 2003;30(1):1-8. [Crossref] [PubMed]
- Dogan A, Ozcelik S, Dogan OM, Hubbezoglu I, Cakmak M, Bolayir G. Effect of bleaching on roughness of dental composite resins. The Journal of Adhesion. 2008;84(11):897-914. [Crossref]
- Cehreli ZC, Yazici R, Garcia-Godoy F. Effect of home-use bleaching gels on fluoride releasing restorative materials. Oper Dent. 2003;28(5):605-9. [PubMed]
- Cengiz E, Kurtulmus-Yilmaz S, Ulusoy N, Deniz ST, Yuksel-Devrim E. The effect of home bleaching agents on the surface roughness of five different composite resins: A SEM evaluation. Scanning. 2016;38(3):277-83. [Crossref] [PubMed]
- Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. Saudi Dent J. 2014;26(2):33-46. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Kim KH, Ong JL, Okuno O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. J Prosthet Dent. 2002;87(6):642-9. [Crossref] [PubMed]

27. Thomé T, Steagall W Jr, Tachibana A, Braga SR, Turbino ML. Influence of the distance of the curing light source and composite shade on hardness of two composites. *J Appl Oral Sci.* 2007;15(6):486-91. [[Crossref](#)] [[Pubmed](#)] [[PMC](#)]
28. Rouhollahi M, Mohammadbasir M, Talim Sh. Comparative depth of cure among two light-cured core build-up composites by surface vickers hardness. *J Dent (Tehran).* 2012;9(3):255-61. [[Pubmed](#)] [[PMC](#)]
29. García-Godoy F, García-Godoy A, García-Godoy F. Effect of bleaching gels on the surface roughness, hardness, and micromorphology of composites. *Gen Dent.* 2002;50(3):247-50. [[Pubmed](#)]
30. Mujdeci A, Gokay O. Effect of bleaching agents on the microhardness of tooth-colored restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2006;95(4):286-9. [[Crossref](#)] [[Pubmed](#)]
31. Yu H, Li Q, Hussain M, Wang Y. Effects of bleaching gels on the surface microhardness of tooth-colored restorative materials in situ. *J Dent.* 2008;36(4):261-7. [[Crossref](#)] [[Pubmed](#)]
32. Bahannan SA. Effects of different bleaching agent concentrations on surface roughness and microhardness of esthetic restorative materials. *The Saudi Journal for Dental Research* 2015;6(2):124-8. [[Crossref](#)]
33. Lee JH, Kim HI, Kim KH, Kwon YH. Effect of bleaching agents on the fluoride release and microhardness of dental materials. *J Biomed Mater Res.* 2002;63(5):535-41. [[Crossref](#)] [[Pubmed](#)]
34. Aliping-McKenzie M, Linden RW, Nicholson JW. The effect of saliva on surface hardness and water sorption of glass-ionomers and "compomers". *J Mater Sci Mater Med.* 2003;14(10):869-73. [[Crossref](#)] [[Pubmed](#)]
35. Okada K, Tosaki S, Hirota K, Hume WR. Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. *Dent Mater.* 2001;17(1):34-9. [[Crossref](#)] [[Pubmed](#)]